



(19)

(11) Publication number: **2001133268 A**

Generated Document.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN(21) Application number: **11315553**(51) Intl. Cl.: **G01C 19/56 G01P 9/04**(22) Application date: **05.11.99**

(30) Priority:

(43) Date of application
publication: **18.05.01**(84) Designated contracting
states:(71) Applicant: **DENSO CORP**(72) Inventor: **HIGUCHI YUJI**

(74) Representative:

**(54) ANGULAR VELOCITY
SENSOR**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an angular velocity sensor enabling detecting Coriolis force caused by an angular velocity with no need for enlarging the structure and no influence of external acceleration.

SOLUTION: A mass part 20 having a dead weight part 22 drive-vibrating to a X direction, is linked to a base 10 through a detecting joist 25 and can be vibrated to a Y direction of an operating direction of Coriolis force by this the detecting joist 25 when applying an angular velocity Ω . A detecting part 30, which comprises an electrode deadweight 31 and detecting electrode 32 placed so as to be faced with a space between a comb-teeth electrode 24 and the electrode 32 itself, is linked to the base 10 through an electrode joist 35. The mass part 20 and detecting part 30 having a same resonance frequency, can be similarly displaced

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-133268
(P2001-133268A)

(43) 公開日 平成13年5月18日 (2001.5.18)



(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード* (参考)

G 0 1 C 19/56

G 0 1 C 19/56

2 F 1 0 5

G 0 1 P 9/04

G 0 1 P 9/04

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平11-315553

(22) 出願日 平成11年11月5日 (1999.11.5)

(71) 出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 樋口 祐史

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(74) 代理人 100100022

弁理士 伊藤 洋二 (外2名)

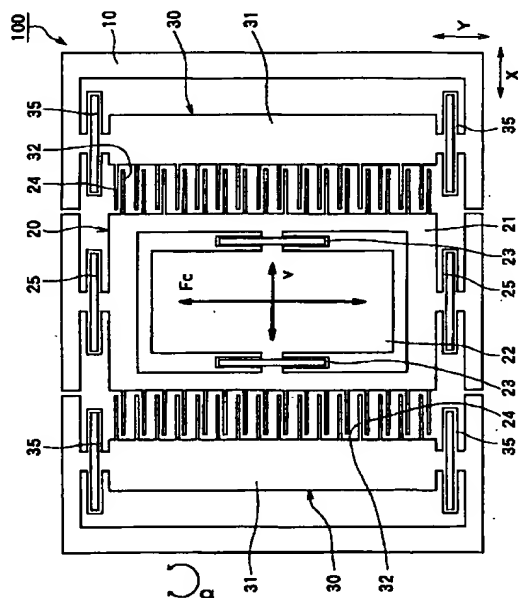
Fターム(参考) 2F105 BB03 BB13 CC04 CD03 CD05

(54) 【発明の名称】 角速度センサ

(57) 【要約】

【課題】 体格を大型化させることなく、外部加速度の影響を受けずに角速度に起因するコリオリ力を検出可能とした角速度センサを提供する。

【解決手段】 質量部20はX方向へ駆動振動する錘部22を有し、検出梁25を介して基部10に連結されており、この検出梁25により角速度 Ω の印加時にコリオリ力の作用方向であるY方向へ振動可能となっている。検出部30は、電極錘31と、質量部20の櫛歯電極24に間隔を有して対向配置された検出電極32とを有し、電極梁35を介して基部10に連結されている。質量部20と検出部30とはY方向へ同一の共振周波数を有し、外部加速度が加わったときに、両部20、30はY方向へ同様に変位可能となっている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定方向に駆動振動可能な錘部(22)を有する質量部(20)と、前記質量部に間隔を有して対向配置された検出部(30)とを備え、前記錘部の駆動振動中に角速度が発生したとき、前記質量部に対して作用するコリオリ力によって前記質量部と前記検出部との対向部の間隔を変化させ、この変化量に基づいて前記角速度を検出するようにした角速度センサにおいて、

外部加速度が加わったときに、前記検出部は前記コリオリ力の作用方向へ前記質量部と同様に変位可能となっていることを特徴とする角速度センサ。

【請求項2】 基部(10)と、前記基部に連結され、所定方向に駆動振動可能な錘部(22)を有する質量部(20)と、前記基部に連結され前記質量部に間隔を有して対向配置された検出部(30)とを有し、前記錘部の駆動振動中に角速度が発生したとき、前記質量部に対して作用するコリオリ力によって前記質量部と前記検出部との対向部の間隔を変化させ、この変化量に基づいて前記角速度を検出するようにした角速度センサにおいて、

前記質量部は、前記コリオリ力の作用方向へ弾性的に伸縮可能な第1の梁部(25)によって前記基部に連結され、前記検出部は、前記コリオリ力の作用方向へ弾的に伸縮可能な第2の梁部(35)によって前記基部に連結されており、前記質量部及び前記第1の梁部により構成される振動系と前記検出部及び前記第2の梁部により構成される振動系とで、前記コリオリ力の作用方向への共振周波数が互いに同一となっていることを特徴とする角速度センサ。

【請求項3】 前記検出部(30)の質量を m_1 、前記第2の梁部(35)のバネ定数を k_1 、前記質量部(20)の質量を m_2 、前記第1の梁部(25)のバネ定数を k_2 としたとき、

$$k_1 = k_2 \cdot m_1 / m_2$$

の関係にあることを特徴とする請求項2に記載の角速度センサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、所定方向に駆動振動可能な錘部を備える質量部と該質量部に間隔を有して対向配置された検出部とを有し、角速度が発生したとき質量部に対して作用するコリオリ力によって質量部と検出部との対向部の間隔を変化させ、この間隔の変化量に基づいて角速度を検出するようにした角速度センサに関する。

【0002】

【従来の技術】この種の角速度センサとしては、一般に図2に示すものがある。このものは、フレーム部J1

と、このフレーム部J1内に2つの第1梁J2を介して連結された錘部(振動子)J3と、フレーム部J1外周に形成された櫛歯電極J4とを有する質量部J5を備えるとともに、基部J6より突出して櫛歯電極J4に対向配置された検出部としての櫛歯状の検出電極J7とを有する。また、質量部J5は、基部J6に2つの第2梁J8を介して連結されている。このようなセンサは、一般にSOI基板を公知のマイクロマシン技術により加工することで製造できる。

【0003】図2においては、まず、質量 m の錘部J3を、静電気力や電磁力等を用いた励振機構(図示せず)をもって、第1梁J2のバネ力によりX方向へ速度 v で駆動振動させる。この速度 v の振動のもと、センサ全体に角速度 Ω が印加された場合、錘部J3には、 $F_c = 2mv\Omega$ の力即ちコリオリ力 F_c がY方向(駆動振動と直交する方向)へ作用する。そして、このコリオリ力 F_c によって、第2梁J8のバネ定数とコリオリ力の力の釣り合いにより質量部J5全体がY方向へコリオリ力に比例する量だけ変位する。この変位量を両電極J4及びJ7の間隔の変化量即ち両電極間の容量変化として検出することで、角速度が検出できる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記図2において、Y方向若しくはY方向に成分を持つ加速度(外部加速度という)が加わった場合、錘部J3には角速度が印加されていないにも関わらず、錘部J3がY方向へ変位して上記両電極J4、J7間の容量が変化し、あたかも角速度が印加されているかの如く信号を出力してしまう。このように、外部加速度の影響によってセンサ出力に誤差が生じる。

【0005】この現象を防止するために、従来より、図3に示す様に、錘部(振動子)J3を備える質量部J5を2個設け、各々の錘部J3を同じ周波数で互いに逆相に駆動振動(図3では速度 v)させ、それぞれに印加された外部加速度成分を、差動回路を用いてキャンセルする方法が一般的にとられている。

【0006】しかしながら、この図3に示す方法を採用した場合、錘部(振動子)やそれを駆動する駆動手段(励振機構)がそれぞれ2つずつ必要であり、また、2つの質量部J5で連成振動系を組み、常に同じ周波数で振動させるために、連成梁J9を設けて互いの錘部J3の間を連結する必要がある。このため、この方法を採用したセンサは構造が複雑になり、また、構成要素が多くなるためセンサの体格(チップサイズ)が大きくなるという問題がある。

【0007】そこで、本発明は上記問題に鑑み、体格を大型化させることなく、外部加速度の影響を受けずに角速度に起因するコリオリ力を検出可能とした角速度センサを提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記図2及び図3に示したような従来の角速度センサでは、検出部が外力に対して固定された構造であるため、外部加速度が印加されたとき、可動構造である質量部のみに外部加速度の影響（外部加速度による変位）が生じるということに着目して、為されたものである。

【0009】まず、請求項1記載の発明では、所定方向に駆動振動可能な錘部（22）を有する質量部（20）と、該質量部に間隔を有して対向配置された検出部（30）とを有し、該錘部の駆動振動中に角速度が発生したとき、該質量部に対して作用するコリオリ力によって該質量部と検出部との対向部の間隔を変化させ、この変化量に基づいて角速度を検出するようにした角速度センサにおいて、外部加速度が加わったときに、検出部をコリオリ力の作用方向へ該質量部と同様に変位可能としたことを特徴としている。

【0010】それによって、外部加速度が印加されても、検出部（30）はコリオリ力の作用する方向へ質量部（20）と同様に変位するから、両部の対向部における間隔の変化量には、外部加速度の影響は加わってこない。そのため、従来のように、2つの質量部で連成振動系を組む必要がない。よって、本発明によれば、体格を大型化させることなく、外部加速度の影響を受けずに角速度に起因するコリオリ力を検出可能とした角速度センサを提供することができる。

【0011】また、請求項2記載の発明では、基部（10）に対して、それぞれ、所定方向に駆動振動可能な錘部（22）を有する質量部（20）及び該質量部に間隔を有して対向配置された検出部（30）を連結してなり、角速度の発生時にコリオリ力によって変化する質量部と検出部との対向間隔の変化量に基づいて角速度を検出する角速度センサにおいて、質量部及び検出部をそれぞれ、コリオリ力の作用方向へ弾性的に伸縮可能な第1の梁部（25）及び第2の梁部（35）によって基板に連結し、質量部及び第1の梁部により構成される振動系と検出部及び第2の梁部により構成される振動系とで、コリオリ力の作用方向への共振周波数を互いに同一としたことを特徴としている。

【0012】それによって、請求項1の発明と同様に、外部加速度が印加されたときに、検出部（30）はコリオリ力の作用する方向へ質量部（20）と同様に変位するから、両部の対向部における間隔の変化量には、外部加速度の影響は加わってこない。そのため、従来のように、2つの質量部で連成振動系を組む必要がない。よって、本発明によっても、請求項1の発明と同様の効果を奏する角速度センサを提供することができる。

【0013】ここで、請求項2の角速度センサにおいては、請求項3の発明のように、検出部（30）の質量を m_1 、第2の梁部（35）のバネ定数を k_1 、質量部（20）の質量を m_2 、第1の梁部（25）のバネ定数

を k_2 としたとき、これら各パラメータの関係を、 $k_1 = k_2 \cdot m_1 / m_2$ 、とすることができる。

【0014】なお、上記各手段の括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示す一例である。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明を図に示す実施形態について説明する。図1は、例えばジャイロセンサ等、角速度を検出するアプリケーションに適用される本発明の角速度センサ100の一実施形態を示す平面図である。角速度センサ100は、シリコン基板等の半導体基板にエッチング加工等を施すことにより溝を形成し、大きくは、当該基板の周縁部に位置する矩形枠状の基部10と、この基部10における枠内に位置する質量部20及び検出部30とに区画したものである。

【0016】角速度センサ100は、例えば、両シリコン基板を酸化膜を介して貼り合わせてなるSOI（シリコンオンインシュレータ）基板を用い、両シリコン基板のうち一方を支持基板とし、他方のシリコン基板及び酸化膜に対して、トレンチエッチングや犠牲層エッチング等の周知のマイクロマシン加工技術を施すことにより、他方のシリコン基板に上記各部10～30を形成するものである。

【0017】質量部20は、矩形枠状のフレーム部21と、このフレーム部21内に位置する矩形状の錘部22と、これらフレーム部21及び錘部22を連結する2つの矩形枠状の振動梁23とを備えている。振動梁23は図中に示すX方向に伸縮可能な弾性機能を有するもので、この振動梁23によって、錘部22はフレーム部21に対してX方向へ振動（駆動振動）可能となっている。また、フレーム部21の外周においてX方向にて対向する辺には、フレーム部21から突出する櫛歯状の櫛歯電極（質量部電極）24が形成されている。

【0018】また、フレーム部21は、Y方向にて対向する辺の外周において、矩形枠状の検出梁（本発明でいう第1の梁部）25を介して基部10に連結されている。この検出梁25は、図中に示すY方向に伸縮可能な弾性機能を有するもので、この検出梁25によって、錘部22及びフレーム部21、即ち質量部20はY方向へ振動（検出振動）可能となっている。

【0019】検出部30は、質量部20のX方向（図中、左右方向）の両側に2個設けられている。各検出部30は、検出部における質量部としての矩形状の電極錘31と、この電極錘31の外周において電極錘31から突出する櫛歯状の検出電極32とを有する。ここで、検出部30における検出電極32と上記櫛歯電極24とは、互いの櫛歯の隙間に噛み合うように、Y方向にて間隔を有して対向して配置されている。

【0020】また、電極錘31は、Y方向にて対向する辺の外周において、矩形枠状の電極梁（本発明でいう第

2の梁部)35を介して基部10に連結されている。電極梁35は、図中に示すY方向に伸縮可能な弾性機能を有するもので、この電極梁35によって、電極錘31(検出部30)はY方向へ振動可能となっている。

【0021】また、角速度センサ100は、錘部22をX方向へ駆動振動させるための駆動手段として、静電気力や電磁力等を用いた励振機構(図示せず)を有している。そして、角速度の検出は、この励振機構により錘部22を駆動振動させた状態で行われる。質量部20における錘部22が、振動梁23の弾性力(バネ力)と該励振機構の駆動力とによってX方向へ駆動振動しているとき、図1中の紙面垂直軸回りに角速度 Ω が発生すると、錘部22にはY方向へコリオリ力が作用する。

【0022】そして、コリオリ力と検出梁25のバネ力との釣り合いにより、質量部20全体がY方向へ変位し、Y方向にて対向する櫛歯電極24と検出電極32との対向部の間隔が変化する。この間隔の変化量を基部10に形成された図示しない配線部等を介して、当該両電極24、32間の容量変化として検出することにより、上記角速度 Ω が検出されるのである。

【0023】このように、角速度センサ100においては、質量部20、検出部30は、それぞれ、検出梁25、電極梁35のバネ機能によりY方向へ振動可能となっているが、さらに、本実施形態では、質量部20と検出梁25とにより構成される振動系(質量部振動系)と検出部30と電極梁35とにより構成される振動系(検出部振動系)とで、Y方向若しくはY方向に成分を持つ加速度(外部加速度)が加わったときに、質量部20と検出部30とはY方向へ同様に変位するようになっている。

【0024】それによって、外部加速度が印加されても、検出部30はコリオリ力の作用するY方向へ質量部20と同様に変位するから、両部20、30の対向部即ち櫛歯電極24と検出電極32との対向部における間隔の変化量には、外部加速度の影響は加わってこない。そのため、従来のように、2つの質量部で連成振動系を組む必要がなく、センサの体格を大型化させることなく、外部加速度の影響を受けずに、実質的に角速度に起因するコリオリ力のみが検出可能となる。

【0025】次に、外部加速度が加わったときに質量部20と検出部30とをY方向へ同様に変位させるための質量部振動系及び検出部振動系についての具体的な手段を示す。まず、外部加速度による変位を、質量部20と検出部30とで同様にするという面から考えると、次のようになる。

【0026】電極錘31の質量を m_1 、電極梁(第2の梁部)35のバネ定数を k_1 、錘部22及びフレーム部21の質量を m_2 、検出梁(第1の梁部)25のバネ定数を k_2 とする。なお、検出電極32の質量、櫛歯電極24の質量はそれぞれ、質量 m_1 、質量 m_2 に対して実

質的に無視できる程度に小さいため、質量 m_1 、質量 m_2 はそれぞれ本発明でいう検出部の質量、本発明でいう質量部の質量に相当する。このようにしたとき、外部加速度 G が印加されたときに、質量 m_1 にかかる力 F_1 、 m_2 にかかる力 F_2 はそれぞれ、次の数式1のように示される。

【0027】

$$[数1] F_1 = G_1 \cdot m_1$$

$$F_2 = G_2 \cdot m_2$$

この力 F_1 、 F_2 による電極錘31の変位量を A_1 、錘部22及びフレーム部21の変位量を A_2 とすると、これら変位量 A_1 、 A_2 はそれぞれ、次の数式2のように示される。

【0028】

$$[数2] A_1 = F_1 / k_1$$

$$A_2 = F_2 / k_2$$

これら変位量が外部加速度による力で同じになるように、 k_1 及び k_2 を決めてやる必要があるので、 $A_1 = A_2$ とすると、次の数式3に示される関係が導出される。

【0029】

$$[数3] k_1 = k_2 \cdot m_1 / m_2 \quad (\text{これを関係式1とする})$$

各梁25、35のバネ定数を上記関係式1のように定めることによって、外部加速度が加わったときに質量部20と検出部30とをY方向へ同様に変位させることができ、外部加速度をキャンセルできる。

【0030】また、質量部振動系と検出部振動系とで、Y方向(コリオリ力の作用方向)における共振周波数を同一することによっても、外部加速度が加わったときに質量部20と検出部30とをY方向へ同様に変位させることができ、外部加速度をキャンセルできる。

【0031】この共振周波数を一致させるという面から考えると、上記両振動系の構成は次のように具体化できる。なお、以下、電極錘31の質量 m_1 、電極梁35のバネ定数 k_1 、錘部22及びフレーム部21の質量 m_2 、検出梁25のバネ定数 k_2 は、上記同様である。

【0032】ここで、 ω_1 を電極錘31の共振周波数(検出部振動系の共振周波数に相当)、 ω_2 を錘部22及びフレーム部21の共振周波数(質量部振動系の共振周波数に相当)とすると、各共振周波数 ω_1 、 ω_2 はそれぞれ、次の数式4の様に示される。

【0033】

$$[数4] \omega_1 = (k_1 / m_1)^{1/2}$$

$$\omega_2 = (k_2 / m_2)^{1/2}$$

ここで、両共振周波数 ω_1 及び ω_2 を一致させるため、 $\omega_1 = \omega_2$ とすると、次の数式5に示されるように、上記関係式1と同一の関係が得られる。

【0034】

$$[数5] k_1 = k_2 \cdot m_1 / m_2$$

このように、基部10と、錘部22及び櫛歯電極（質量部電極）24を有する質量部20と、櫛歯電極24に間隔を有して対向配置された検出電極32とを備え、錘部22の駆動振動中に角速度が発生したとき、該質量部20に対して作用するコリオリ力により両電極24、32の対向間隔を変化させ該変化量に基づいて角速度を検出する角速度センサにおいて、検出電極32に質量部としての電極錘31を一体化させ、この電極錘31を電極梁35により基部10に連結し、さらに、上記質量 m_1 及び m_2 、バネ定数 k_1 及び k_2 を上記関係式1のような関係とすることで、本発明の目的に叶う角速度センサを提供することができる。

【0035】（他の実施形態）なお、対向間隔の変化によって容量変化を検出する質量部電極及び検出電極の形状としては、上記の櫛歯状のものに限定されない。ま

た、上記実施形態では、梁25、35を用いて、外部加速度が加わったときに、検出部30と質量部20とを互いに同様に変位させるようにしたが、梁に限定することなく、何らかのバネ機能を有するバネ部材を用いても良い。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の角速度センサの一実施形態を示す平面図である。

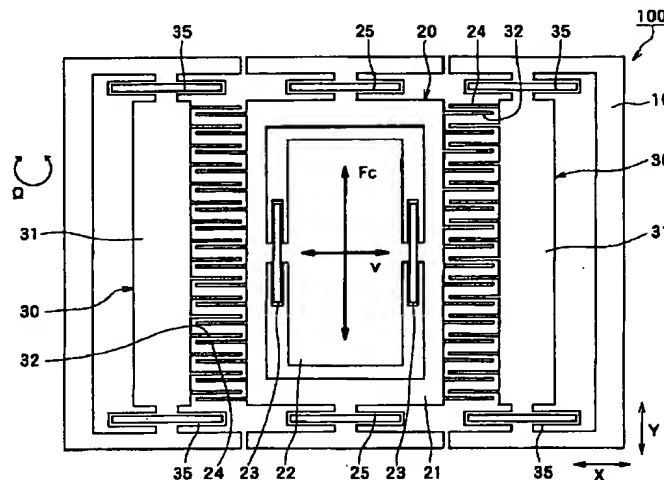
【図2】従来の角速度センサを示す平面図である。

【図3】連成振動系を採用した従来の角速度センサを示す平面図である。

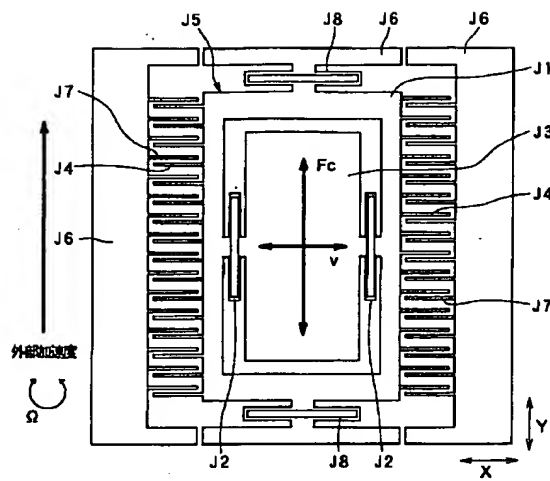
【符号の説明】

10…基部、20…質量部、22…錘部、25…検出梁、30…検出部、35…電極梁。

【図1】



【図2】



【図3】

